

Nazwa przedmiotu:

TERMODYNAMIKA TECHNICZNA

1. Wydział: **Inżynierii Środowiska i Geodezji**
2. Kierunek studiów: **Inżynieria Środowiska**
3. Rodzaj i stopień studiów: **studia I stopnia, inżynierskie, stacjonarne**
4. Specjalność: **Inżynieria Ekologiczna**
5. Nazwa przedmiotu: **Termodynamika techniczna**
6. Kategoria przedmiotu: **podstawowy**
7. Rok studiów **2**, semestr **4**
8. Liczba godzin ogółem **45 h**, liczba punktów ECTS **3,5**
9. Liczba godzin wykładów **15 h**, liczba godzin ćwiczeń **30 h** (rodzaj ćwiczeń – **projektowe 15h, audytoryjne 15h**)
10. Prowadzący: **dr hab. inż. Jan Radoń**
11. Forma zaliczenia: **egzamin**
12. Cel przedmiotu

Znajomość zasad termodynamiki jest konieczna tak dla zrozumienia wielu zjawisk zachodzących w środowisku przyrodniczym jak i podstaw teoretycznych aktywnych zastosowań inżynierskich w zakresie kształtowania mikroklimatu w budynkach mieszkalnych i do produkcji rolniczej. Oprócz pogłębienia wiedzy ogólnej, celem nauczania przedmiotu jest przygotowanie absolwenta do umiejętnego wykorzystania praw termodynamiki w takich dziedzinach jak ogrzewnictwo, chłodnictwo oraz wentylacja pomieszczeń.

13. Wymagane wiadomości (przedmioty poprzedzające): **Matematyka, Fizyka, Chemia.**
14. Streszczenie programu (główna zawartość)

Pojęcia podstawowe termodynamiki. Ciepło jako forma energii. Czynniki i układy termodynamiczne, parametry stanu. Gazy doskonałe i rzeczywiste. Prawa gazowe, równanie stanu gazu, prawo Avogadra. Podstawy termodynamiczne przepływu płynów, prawo Bernoulliego. Mieszanki gazów, prawo Daltona. Właściwości mieszaniny powietrza i pary wodnej, psychrometria. Energia wewnętrzna, entalpia. Przemiany fazowe. Równowaga ciepła i pracy. Pierwsza zasada termodynamiki. Przemiany gazów: politropowa, izochoryczna, izobaryczna, izotermiczna, adiabatyczna. Przemiany odwracalne i nieodwracalne. Entropia i druga zasada termodynamiki. Praca bezwzględna, użyteczna i techniczna. Obieg termodynamiczny, silniki cieplne, obieg teoretyczny Carnota, obiegi rzeczywiste. Wymiana ciepła, sposoby transportu ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Prawo Fouriera i Stefana Boltzmanna. Ustalone przenikanie ciepła przez przegrodę płaską i walcową.

15. Program przedmiotu z rozplanowaniem godzinowym
 - Wykłady (15 godz.)

- | | | |
|----|--|---------|
| 1. | Przedmiot termodynamiki, podstawowe definicje, układ termodynamiczny, parametry i funkcje stanu, równowaga termodynamiczna. Zerowa zasada termodynamiki. Pojęcie gazu doskonałego i rzeczywistego. | 2 godz. |
| 2. | Prawa gazowe, równanie stanu gazu, prawo Avogadra. | 2 godz. |
| 3. | Mieszanki gazów, prawo Daltona. Właściwości mieszaniny powietrza i pary wodnej, psychrometria. | 2 godz. |
| 4. | Energia wewnętrzna. Prawo Joule'a-Thompsona. Równanie Mayera. Entalpia. Równoważność ciepła i pracy. Pierwsza zasada termodynamiki. | 2 godz. |
| 5. | Przemiany gazów: politropowa, izochoryczna, izobaryczna, izotermiczna, adiabatyczna. Przemiany odwracalne i nieodwracalne. Przemiany fazowe. Entropia i druga zasada termodynamiki. | 2 godz. |
| 6. | Obieg termodynamiczny, silniki cieplne, obieg teoretyczny Carnota, obiegi rzeczywiste. Sprawność energetyczna. | 2 godz. |
| 7. | Wymiana ciepła, sposoby transportu ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Prawo Fouriera i prawo Stefana Boltzmana. Ustalone przenikanie ciepła przez wielowarstwową przegrodę płaską i walcową. | 3 godz. |

– Ćwiczenia (30 godz.)

(audytoryjne 4 godz.: poz. 2-3, projektowe 26 godz.: poz. 1, 4-15)

- | | | |
|-----|--|---------|
| 1. | Omówienie podstawowych jednostek z zakresu termodynamiki, przeliczanie jednostek. Obliczanie zmian parametrów gazów w oparciu prawa Boyle'a – Mariotte'a, Gay-Lussaca, Charlesa. | 2 godz. |
| 2. | Wyznaczenie wielkości stałych gazowych dla powietrza, pary wodnej i dwutlenku węgla. Przykłady wykorzystania równania stanu gazu do obliczenia zmian jego parametrów (ciśnienie, objętość, masa, temperatura). | 2 godz. |
| 3. | Elementy dynamiki gazów – zastosowanie równań bilansu energii (równania Bernoulliego) i zachowania masy. | 2 godz. |
| 4. | Obliczenia parametrów termodynamicznych przepływów ściśliwych. | 2 godz. |
| 5. | Kolokwium z podstaw termodynamicznych przepływu płynów w instalacjach. | 2 godz. |
| 6. | Określenie ciśnienia cząstkowego pary wodnej i temperatury punktu rosy. Obliczenie zawartości wilgoci w powietrzu. Związki ilościowe pomiędzy wilgotnością względną, bezwzględną, ciśnieniem i temperaturą wilgotnego powietrza. | 2 godz. |
| 7. | Obliczenia entalpii powietrza wilgotnego. Zasada posługiwania się wykresem psychrometrycznym Moliera. | 2 godz. |
| 8. | Kolokwium z przemian gazowych, równania stanu gazu i psychrometrii powietrza wilgotnego. | 2 godz. |
| 9. | Przykłady obliczenia pracy technicznej w idealnej i rzeczywistej maszynie przepływowej. Bilans energii maszyny przepływowej. | 2 godz. |
| 10. | Obliczenie entropii ciała stałego i gazu. Sporządzenie wykresu p-v i T-s w przemianach gazów doskonałych i półdoskonałych. Określenie sprawności silnika cieplnego. | 2 godz. |
| 11. | Kolokwium ze znajomości określenia zamiany ciepła na pracę, | 2 godz. |

- entropii i bilansu energii silników cieplnych.
- | | | |
|-----|---|---------|
| 12. | Obliczenie przepływu ciepła przez zadaną, wielowarstwową przegrodę budowlaną. Określenie gęstości strumienia ciepła i rozkładu temperatury. | 2 godz. |
| 13. | Obliczenie strat ciepła dla izolowanych i nieizolowanych termicznie rur z ciepłą wodą. | 2 godz. |
| 14. | Kolokwium z przenikania ciepła przez przegrody płaskie i walcowe. | 2 godz. |
| 15. | Zaliczenie przedmiotu. | 2 godz. |
16. Zalecana literatura
- Podręczniki
1. Pabis J., „Podstawy techniki cieplnej w rolnictwie”. PWRiL, Warszawa, 1983.
 2. Szargut J., „Termodynamika techniczna”. PWN, Warszawa, 2000.
 3. Kaleta A., „Zbiór zadań z techniki cieplnej”. SGGW, Warszawa, 1993.
17. Uzyskane umiejętności
- Poznanie ogólnych praw fizycznych rządzących czynnikami termodynamicznymi i ich przemianami. Znajomość przemian gazowych i zasad pracy silników cieplnych. Umiejętność obliczenia parametrów stanu powietrza wilgotnego oraz sporządzania bilansu masy i energii. Umiejętność określania przepływu ciepła w elementach konstrukcyjnych budynków oraz urządzeń i instalacji przemysłowych o prostej geometrii.
18. Opublikowany dorobek prowadzących przedmiot w tym zakresie
1. Radoń J., Werner H. 1992. Quantifizierung des Solar-Ausnutzungsgrades zur Berechnung des Heizenergiebedarfs von Gebäuden. Bauphysik, Heft 1, Berlin 1992, s. 7- 1.
 2. Radoń J., Bieda W. 1998. Badania wywietrznika słonecznego w systemie wentylacji grawitacyjnej budynku inwentarskiego. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie nr 341, 1998 r., Inżynieria Środowiska z. 18, s. 137 – 146.
 3. Bieda W., Radoń J., Koźbiał M. 2001. Effect of arrangement of heat exchanger tubes under broiler house on its thermal conditions. Ann. Anim. Sci., Vol. 1, No. 1 (2001) s. 203-211.
 4. Bieda W., Nawalany G., Radoń J. 2001. Mikroklimat w zagłębionej przechowalni owoców. VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa ENVIRO. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie nr 382, 2001 r., Inżynieria Środowiska z. 21, s. 637 – 647.
 5. Bieda W., Radoń J., Koźbiał M. 2001. Koncepcja rekuperacyjnego wymiennika ciepła w kurnikach. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie nr 390, 2001 r., Inżynieria Środowiska z. 22, s. 137 – 145.
 6. Holm A., Sedlbauer K., Radon J., Künzel H. 2002. Einfluß der Baufeuchte auf das hydrothermische Verhalten von Gebäuden. IBP-Mitteilung 398, 29(2002) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt. Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB 2002.
 7. Holm A., Sedlbauer K., Künzel H., Radoń J. 2002. Berechnung des hydrothermischen Verhaltens von Räumen – Einfluss des Lüftungsverhaltens auf die

- Raumlufffeuchte. 11 Symposium for Building Physics. Dresden, 26-30.09.2002. Band 2, s. 562 – 575.
8. Holm A., Radoń J., Künzel H. M., Sedlbauer K. 2004. Berechnung des hygrothermischen Verhaltens von Räumen. WTA-Schriftenreihe – Simulationmethoden bei der Planung von Neubauten und Instandsetzungen, H24, s. 81-94, München 2004.
 9. Bieda W., Radoń J. 2004. Koncepcja i wstępne wyniki badań rekuperatora do odzysku ciepła z powietrza wywiewanego z ogrzewanych budynków inwentarskich. Materiały XV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Wentylacja, klimatyzacja, ogrzewnictwo, zdrowie”. Zakopane Kościelisko, 2-4 czerwca 2004, s. 53 – 60.
 10. Bieda W., Radoń J., Herbut E. 2004. Tubular recuperator with a solar collector for recovery of heat from poultry house exhaust air. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU). Agricultural Engineering, Vol. 7, Issue 2, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/engineering/art-04.html>.
 11. Radoń J., Bieda W., Nawalany G. 2004. Broiler house microclimate in light of experimental studies. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU). Agricultural Engineering, Vol. 7, Issue 2, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/engineering/art-04.html>.
 12. Bieda W., Radoń J., Koźbiał M. 2004. Rekuperator dla rolnictwa. Cyrkulacje – Biuletyn Stowarzyszenia Polska Wentylacja, czerwiec-wrzesień 2004, 14.
 13. Radoń J. 2004. Model obliczeniowy i analiza dynamicznego kształtowania się mikroklimatu budynków rolniczych na przykładzie brojlerni. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, nr 410, ser. Rozprawy, 299.
 14. Holm A., Radoń J., Künzel H., Sedlbauer K. 2004. Description of holistic hygrothermal model. Fraunhofer Institut für Bauphysik Stuttgart/Holzkirchen, s. 1–18.
 15. Radoń J. 2005. Opracowanie i walidacja modelu obliczeniowego mikroklimatu pomieszczeń w ramach projektu „IEA Annex 41”. Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, Sekcja Fiz. Bud. KILiW PAN, Tom I, s.281–289, ISSN 1734-4891.
 16. Radoń J. 2005. Prognozowanie kształtowania się mikroklimatu budynków inwentarskich – możliwości i ograniczenia. Inżynieria Rolnicza 7 (67), KTR PAN i PTIR Kraków, 245–253, ISSN 1429-7264.
 17. Bieda W., Radoń J. 2005. Rekuperator do odzysku ciepła z wentylacji brojlerni. Budownictwo Wiejskie 1/2005, s. 52–53.
 18. Bieda W., Radoń J. 2006. Research on the use of heat exchangers in poultry houses. International Scientific Conference “Rural Building 2006”, Nitra/Slovakia, 14 September/2006, 7-12, ISBN 80-227-2481-5.
 19. Radoń J., Holm A. 2007. Model obliczeniowy i analiza kształtowania się mikroklimatu pomieszczeń za pomocą programu komputerowego „WUFI@plus”. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, ISSN 0137-3676, Nr 11(452), 11/2007, s. 63-64.
 20. Patent Nr 192271 na wynalazek pt. Rekuperator do wymiany powietrza w budynkach inwentarskich, zwłaszcza w kurnikach. Urząd Patentowy RP, Warszawa 2006.